

習が明記されており、放射線計測器を用いた測定なども行われるだろう。そのため、教師は、これらの教材・教具の原理や特性を十分に理解した上で、上記のような誤解を生徒がもつことのないように配慮しなければならない。

(2) 「持続可能な社会」の構築を目指すための多様な授業の導入の必要性

これからのエネルギー教育では、「持続可能な社会」の実現に向け、主体的に行動する生徒の実践的な態度、資質、能力の育成が求められる。エネルギー問題には、3E（エネルギー資源、経済、環境）の様々な要因が複雑にかかわっており、解決策の唯一の正解はない。そこで、エネルギー教育の授業では、講義形式の授業だけでなく、ものづくり活動などの体験を通じた学習や、3Eのトリレンマの問題を扱ったディベートや討論形式の授業、外部講師による授業など、多様な形態の授業を行う必要がある。さらに、エネルギー問題の解決のために、生徒の意思決定能力の育成も重要である。そのための教材の一例として、「エネルギーのトレードオフ」（筑波大学エネルギー教育研究会、2005）がある。これは、生徒が仮想国の大臣役になり、将来必要となる発電量を満たすために火力、水力、原子力、新エネルギー等の発電のコストや環境への影響などのあらゆる側面を考慮しながら発電所建設計画を考え、話し合い活動や発表会を通して、より良い結論を導き出すという活動を行うというものである。

4. おわりに

上述してきた内容から、特に中学校理科のエネルギー教育に必要なことは以下の3点にまとめられよう。

- 日常生活にみられる様々な科学的な現象をエネルギー概念に関連づけて取り扱い、エネルギー概念の導入を図る必要があること。
- 教師は小・中・高等学校のエネルギー教育の内容の系統性を十分に把握し、児童・生徒の発達段階に応じて適切な指導を行わなくてはならないこと。
- エネルギー問題に対する解決策を話し合ったり発表したりする等の多様な学習を通して、生徒の意思決定能力を育成する必要があること。

参考文献

- 『新しい科学（1年、2年、3年）』東京書籍、2012年。
 板橋夏樹・大高泉著「太陽電池に関する中学生のミスコンセプションについての研究」、日本物理教育学会『物理教育』、Vol. 55, No. 2, 103-109, 2007年。
 筑波大学エネルギー教育研究会『米国のエネルギー教育“NEED Project”③ミッション・ポッシブル：エネルギーのトレードオフ』（財）エネルギー環境教育情報センター、5-15, 2005年。
 Science, Harcourt School Publishers, 2006.
 Glencoe Science, Glencoe McGraw Hill Companies, 2003.

（板橋夏樹）

第6節 自然災害と理科授業

「自然災害教育」の定義を「人格の完成」の一側面として試みた。必然的に、自然災害を「人間と自然」の関係性の中で、主客未分の立場から捉える方向性が見えてくる。理科教育で主に扱う「しくみの理解」を超えた、「人間と自然」のかかわりの一つとして「自然災害」を捉える、具体的な4つの事例を示し、心の中に構築するソフトな対策の重要性が強調される。

1. はじめに

我が国の理科教育においては、「自然災害」は非常に重要なテーマである。これまでも、主に「防災（教育）」との関連から総合的、網羅的に扱われており、優れた研究や実践資料も多い（藤岡ほか、1999；藤岡、2001、2007、2010；五島、2010；木谷・加藤、1990；山田、1998、1999、2007；山本、2005；『理科の教育』1996. 4；2010. 9など）。本論では、紙面の都合もあって「自然災害」に絞り、その目的論と具体的な実践の提案をその本質に立ち返って行うことにより、「新しい学びを拓く」本書の要請に応えたい。

このトピックを取り巻く状況は時々変化し、これまでの論考はその時代背景をよく反映している。例えば、以前「アボイド教育」というものも指摘された。

これは「現在および未来にわたっての、人間に降りかかってくる災害や災いを未然に防ぐための智慧を育てる教育」(木谷・加藤, 1990: 4) というものであった。しかし、その後「兵庫県南部地震」(1995. 1. 17) を経験すると、「復興」までを守備範囲とする、「人間と自然」という大局的な関係性を視野に入れた「自然災害教育」が求められるようになった。最近の動向では、学習指導要領改訂やESD(持続発展教育)といったフレーム、地球温暖化と関連した複合的災害(茨城大学ICAS, 2010)などが挙げられるが、それらは他書に譲る。

2. 自然災害教育の捉え方

教育は「人格の完成」を目指す、人間の文化的社会的営みであり、学校教育においてはあらゆる瞬間瞬間がこの究極の目的に何らかのかかわりをもっている。教師は「この50分(ないし45分)の間に、将来学習者にはたらくどのような『能力』を身につけさせられるか」を思いながら教壇に向かうものだ。

では、「自然災害教育」の及ぶ範囲は何か。そこではどのような「能力」を身につけさせようとするのか(図9-6)。「自然災害教育」が目指すものは、自然災害による被害を未然に回避・低減する、遭遇した自然災害に適切に対処する、また復興においても積極的に参与する、そういった一連の「能力」や「精神」をもった人間を育成するところにある。この教授学習活動をなおざりにして、目の前にいる子どもが将来どこかで地震を感知しながら避難せず津波によって溺死してしまうようなことがあったら、その責任は教師にある。自然災害教育で備わるべき「能力」や「精神」、自然に対する見方・考え方、対処の仕方が欠落した人間を育成することになるからである。このように「自然災害教育」は、学習者自らの、さらにその周りの人々の生命に直接かかわる、非常に重要な位置を占めている。

一方、学校教育における主たる教育活動は意図的教育活動であることから、「自然災害教育」は学年や教科をまたいで組織立てられ、カリキュラムとして計画・実施される。実践の場は、理科教育、社会科教育、総合学習、特別活動などであろう。

科学的精神の涵養(塩野, 1963)や科学リテラシー(鶴岡, 1979)の育成を目指す理科教育において、「自然災害教育」は、自然への愛着、畏敬の念、その両刃性といった点でかかわってくる。しかし、自然現象を学習者から切り離し、客観的にのみ扱っては、上記の目的には達し得ない。学習者という主体を如何に学習内容に引き込み、自分のこととして掴ませるかが問題になってくる。そこで、「自然災害」を「人間と自然」のかかわりの一つと捉える立場が浮かび上がってくる。「科学」を、自然現象の「きまり」や「しくみ」を「知る」という営み、「人間と自然」の関係性の一つと荒く捉えれば、「自然災害」も「人間と自然」のかかわりのまた別の一局面として捉えられる余地が出てくる(図9-7)。以下、この立場に立って具体例を示そう。



図9-6 自然災害教育の捉え方

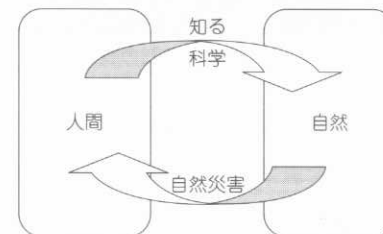


図9-7 「人間と自然」の中で

具体例(1) 土石流対策と新田開発の信玄堤^{しんげんづつみ}

「洪水より火事の方が良かった」。これは、栃木県内の那珂川上流で伝え聞いた、1998年8月余笹川流域洪水被災者の言葉である。火事ならば家の土台は残るが、土石流被害では土台ごと家を失い文字通り跡形もなくなる。急流を特徴とする我が国の洪水は土石流被害となることが多い。被害の様子や特徴は導入段階でしっかりと学習者に伝えておきたい。

さて、このような自然災害に先人はどのように対処してきたのか。「人間と自然」として扱う以上、「自然」の驚異だけでなく、自然の恩恵を如何に利用したかについてもバランスよく扱いたい。その好例が山梨県の「信玄堤」である。

その地は、甲府の西を南下する釜無川^{かまなしがわ}(富士川)に、御勅使川^{みだいがわ}が西から半径約4kmの扇状地をなして合流する場所である。当然、扇状地形成時から御勅使川は暴れ川だったと推測できる。東方の甲府は、時折水害に悩まされていた。

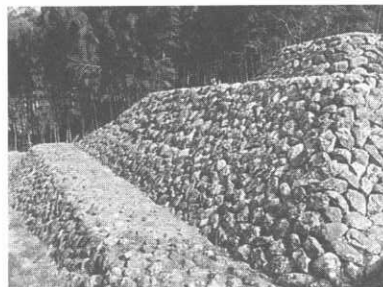


図9-8 信玄堤の石の積出

若くして国主に担ぎ上げられた武田晴信（1521-1573 後の信玄）は、1530 年代後半から天災に苦しめられていた家臣の要求に従って川除を開始した（1542）。これは、水害対策と新田開発の両方を兼ね備えたものであった。歴史的な飢饉が起っていたこと、また戦国時代は、戦勝の褒美として土地が重要であったためでも

ある。将棋頭や石の積出（図9-8）を築いて御勅使川の流れを平常時は北にまわして田を潤し、増水時は高岩と呼ばれる岩壁で釜無川の水流にぶつけて勢いを弱めた。また釜無川では、上流の肥沃な土を田圃に導き入れる霞堤の構築も忘れていない。さらに、高台で田圃をもてない農民を移り住まわせ、減税措置をして堤防を管理させた。晴信はこのように「自然災害」をそれにとどめずに、多角的に捉えて対策を講じたのであった。

この例は、「人間と自然」のかかりとして、大きなビジョンをもたせる絶好の機会になるであろう。学習の最後には、遠足や修学旅行で現地を訪れたい。

具体例(2) 「稲むらの火」とそのモデル濱口梧陵の復興策

最近注目を集めているものとして、有名な国語教材「稲むらの火」（文部省、1937）とそのモデル濱口梧陵（1820-1885）が挙げられよう。「稲むらの火」は、老いた主人公五兵衛が地震に気づき、自らの稲むらに火をつけることによって村人を高台に招き上げ、津波から住民を守ったという話である。史実と教材で相異もあるが（大辻・遠藤、2010）、教材の裏側は裏側として教師が踏まえていればよく、学習者には授業で何を掴ませるかを中心に考えるのがよいであろう。プレートテクトニクスを扱った後が良いかも知れない。資料をみると前兆も記載されている（杉村、1937）。

梧陵については、津波後の村の復興に私財を投じた献身的な活動がある。これは、当時世界的にも最大級の堤防を地元民と共に構築したもので、「百世の安堵をはかれ」としてテレビでも大きく取り上げられた（NHK、2005）。これには、梧陵が企

業経営に長けていたことから、「被災状況に合わせた小さな経済を動かそうとした」という指摘がなされている（大辻、2008）。

梧陵は天然痘予防への寄付も行っており、民放のドラマでも登場している（TBS、2009）。疫病も自然災害と言えよう。「知行合一」の陽明学を修めていた梧陵の個人的環境とも絡め、「人間と自然」のかかりとして取り上げるとよいであろう。

3. 心に構築するソフトな対策

信玄堤の甲府盆地と、「稲むらの火」の和歌山県広川町には、共通する自然災害への対応策がある。いずれも水害であることから「堤防」が想起されよう。確かにハードな建造物は重要である。しかしそれだけではなく、住民の心に構築されるソフトな対応策、「祭」が指摘できる。

甲府盆地では三社神社の「おみゆきさん」により、堤防によって街が守られていることを思い起こさせ、また御輿担ぎによって信玄堤が踏み固められるという物質的な効果もあるという（図9-9）。「稲むらの火祭り」は比較的最近始まったものであるが、堤防（広村堤防）の意味と濱口梧陵の功績を後世に伝える社会的装置となっている（図9-10）。

建造物に囲われただけでは自然災害への対策は不十分である。住民の意識、その心の中に対策が構築されてこそ、有効に働くものである。



図9-9 おみゆきさん（山梨県）



図9-10 稲むらの火祭り（和歌山県広川町）

具体例(3) 津波太郎

「稲むらの火」の成立にも関係する明治三陸大津波(大辻・遠藤, 2010), そして昭和8年の昭和三陸大津波では, 岩手県沿岸は壊滅的な打撃を受けた。岩手県宮古市田老はその代表的な場所で, 「津波太郎」とさえ言われる(表9-8)。

田老は昭和9年からの大規模な復興策等により, 巨大堤防で囲まれた町になった。通常は空いている堤防の門扉の分厚さは, 押し寄せる津波の威力を想像させる。

巨大堤防だけではない。住宅街の道幅は広く, 四つ辻の角は取れている。いざという時, 住民が一斉に道に出た時を想定して道を広くし, 四つ辻でも速度を落とさないですむように設計されているのである(田老町, 2005)。

ハードな対策だけではない。人々の心に築くソフトな対策もやはりある。防災訓練以外で, 教育に関係するものを紹介しよう。第一に通学路が挙げられる。湾曲した田老の町で, 小学校は中央の奥まった高台にある。子どもたちは小学校を一直線に目指すのが近道であるが, 通学路はそうのように設定されていない。まず一番高い高台に上がって, その後, 等高線に沿った道を学校に向かってほぼ水平に歩いて行くのである。中学校地理で白地図の等高線を辿る学習の時, 田老を取り上げておいて, 理科「人間と自然」の学習で再びそれを使用してみてもよいであろう。

第二に「津波かるた」を作成している(表9-9)。「津波シェルター」「懐中電灯」「避難タクシー」といった具体的な対処法も含まれる。「人の命はめいめいこ」あるいは「てんでんこ」という札もある。これは, 最後の最後は, 自分の命は自分で守るしかない, という地元民が共有する世界観を示している。とっさの時の行動

表9-8 岩手県田老町の津波被害

	明治29年6月15日 (明治三陸大津波)	昭和8年3月3日 (昭和三陸大津波)
マグニチュード	7.5	8.5
最大波高	15m	10m
罹災戸数	336戸	505戸
死者・不明者	1859人	911人
一家全滅	130戸	66戸
罹災生存者	36人	1828人
漁船流失	540隻	990隻

規範にもなるし, 肉親を亡くした場合の慰めの言葉としても機能するのであろう。これらは, そのような過酷な土地に生きる人々の智恵であり, 心に築くソフトな総合災害対策と捉えることができる。

こういった人々の智恵は, 他にもある。津波で生き延びた女の子が, 溺死してしまった親友の遺体に呼びかけたら泡を吹いたという。おぞましい光景であるが, そうではない。

この地方では, 「死人に親しい者が声をかけると口から泡を出すという言い伝えがある」(吉村, 1984)。「親しかった」という証拠として了解され, 慰めの一つとして機能する。これも, 住民達の厳しい自然との折り合いのつけ方の一つなのである。

地域に偏在する世界観まで取り上げれば, 学習者も自分のこととして自らを振り返る契機になろう。

具体例(4) 自らを知る心理作戦

適切な対処を目標とする時, 対象の学習だけで事足りるのであろうか。^{おのれ}己を知ってこそ, 対処できることもある。災害一般に言えるものとして「集団同調性バイアス」という人間の心理がある。避難するか否かという自らの行動判断を周りの人々の様子に求め, 騒ぎがないようであれば大丈夫だろうと思ひ込む人の傾向である。これは集団パニックを起こさない生物的な機能なのかも知れないが, 場合によっては逃げ遅れることになる。2003年2月, 韓国で発生した地下鉄火災で煙が充満してきているのに平静を保って座席に座り続ける乗客の映像が, その例として挙げられる。これを回避するには, 冷静な「率先避難者」に意識的になることである。津波注意報が発令された時は, 「どうする?」でなく「先に行くよ」という声かけがよい(NHK, 2009)。

表9-9 岩手県宮古市立田老第一小学校の「津波かるた」(抜粋)

老人の津波の話, 智恵の山
放送の防災無線をよく聞こう
平気だと潮引く浜へは行かぬこと
登下校いざという時津波シェルター
リヤカーは老人方の避難タクシー
をとめもとこも命を守る「てんでんこ」
夜も来る常に備える懐中電灯
ラジオ放送地震や津波の情報源
植えてある防潮林を大切に
思い出せ明治二十九年昭和八年
繰り返し津波は何度も押し寄せる
警報の無線放送よく聞こう
遠足で海に行っても津波に注意
ゆれたなら火を消し戸をあけ逃げ道つくる

4. おわりに

2010年、久しぶりに南米からの津波が襲来した。チリ地震(2010.2.27, M8.8)である。しかしこの津波への対応では避難率が4%弱と低く、社会問題になった(朝日新聞, 2010.3)。南米から約一日かけて地球を半周回って押し寄せてくる津波をもし観察しに行くのであれば、その状況こそ、それまで受けてきた理科教育の成果が問われよう。気圧配置を天気図から見て気圧が大きく低下していないこと、月齢を新聞やインターネットで調べて潮の干満時刻を押さえ、津波到着予想時刻を踏まえること、ラジオ、食糧その他避難準備を万全にした上で、安全な高台から津波を観察するような智恵が育っているかどうか。もちろん、地形にもよるが、海拔50mほどの高さにも津波がせり上がる前例が岩手県にあったことを念頭に置けば、子どもを誘って観察しに行くことは選択肢としては挙がるまい。

科学的な知識・技能はもちろん、「人間と自然」のかかわりの一つとしてバランスよく「自然災害」のイメージを、学習者の中に構築してあげることが教師の任務であろう。

…古の人は天災地異を以て不徳の致すところと感じ、今の人でも美良にして且反省的傾向を多く有する人は、災禍に遭遇すると、これは天譴^{てんけん}では有るまいかと思ふに至るものである。此等は古風の無知識な宗教的感情であると貶^{けな}し去るべきものでは無い。一方には深奥なる道徳的意義のある人情の発露であり、又一方には知識的にも論據^{ろんきよ}を有する批評である。…

(幸田, 1923)

参考文献

- 朝日新聞「津波避難3.8%どまり一チリ大地震で指示・勧告の地域」2010年3月9日。
 藤岡達也・大辻永・山田俊弘「科学教育における自然災害の取り扱いについて」『科学教育研究』第23巻1号, 1999年, 3-13頁。
 藤岡達也「理科学習」と「総合的な学習」との連携を踏まえた「自然災害に関する学習」や「防災教育」について——兵庫県南部地震を中心にして『理科教育学研究』第41巻3号, 2001年, 13-20頁。

- 藤岡達也編著『環境教育からみた自然災害・自然景観』協同出版, 2007年。
 藤岡達也「理科教育と自然災害に関する防災・減災教育について——持続発展教育の観点から自然の二面性をどう捉えるか」『理科の教育』698, 2010年, 6-9頁。
 五島政一「防災教育に関連する新学習指導要領の内容と理科を中心とした防災教育の在り方と推進」『理科の教育』698, 2010年, 10-13頁。
 茨城大学 ICAS 編『茨城大学発：持続可能な世界へ』茨城新聞社, 2010年。
 木谷要治・加藤裕之『理科で防災をどう教えるか』東洋館出版社, 1990年。
 教育基本法(平成18年 2006)
 幸田露伴『大正大震災大火災』大日本雄辯會講談社, 1923年。
 文部省「稲むらの火」『尋常科用 小學國語讀本』巻十, 1937年, 52-59頁。
 NHK「百世の安堵をはかれ」『その時歴史は動いた』204回, 2005年1月12日。
 NHK「地震! 台風! 集中豪雨 災害で死なない新技術」『ためしてガッテン』2009年8月26日。
 大辻永・遠藤輔「津波災害教育モジュールの作成——「稲むらの火」から「チリ地震」まで」日本地学教育学会第64回全国大会(鹿児島大会)(2010年8月21日), 40-41頁。
 大辻永「『稲むらの火』のモデル濱口梧陵——人間愛と機転に満ちたハードとソフトの適応策」三村信男・伊藤哲司他編著『サステイナビリティ学をつくる』新曜社, 2008年173-182頁。
 震源地発防災教育研究会編著『子どもを守る防災教育30の提案——教師の行動マニュアル』明治図書出版, 1995年。
 塩野直道「小倉先生と科学的精神」『日本数学教育会誌』第45巻1号, 1963年, 2-3頁。
 杉村廣太郎「濱口梧陵傳」『楚人冠全集第七卷』日本評論社, 1937年, i-331頁。
 鶴岡義彦「Scientific Literacy について——米国科学教育の動向に関する一考察」『筑波大学教育学研究収録』第2集, 1979年, 159-168頁。
 田老町「津波と防災——語り継ぐ体験」2005年。
 TBS「日曜劇場『仁』」(2009.10.11-12.20)
 山田兼尚編『教師のための防災教育ハンドブック』学文社, 2007年。
 山田俊弘「過去自然災害の調査とストーリー化——自然災害教育カリキュラム構築法試案」日本理科教育学会全国大会要項(48), 1998年, 244-245頁。
 山田俊弘「理科を発展させた『統合的な学習』の実践例 高等学校——過去自然災害の調査とストーリー化: 総合化へ向けたカリキュラムづくりの試み」『理科の教育』第48巻7号, 1999年, 464-466頁。
 山本哲朗『防災授業 僕たち自然災害を学び隊! ——自然災害は、どうして起きるのかな? どうすればいいのかな?』電気書院, 2005年。
 吉村昭『三陸海岸大津波』中公文庫, 1984年。

(大辻 永)

東日本大震災の被災者は、この執筆時において死者1万5,866人、行方不明者2,946人(2012年7月現在)となっている。無事であっても家屋を失った方、また、

続く放射能災害で故郷を追われた方々を含めれば、文字通り「未曾有」の災害となった。避難者数は依然346,987人もおられる（同6月26日現在）。

震災を受けて、理科の教壇に立つ者はどのように襟を正すべきか。自戒も込めて、本文に追加すべき点を2、3まとめてみたい。

●しくみについての理解

震災後の科学番組では、ダイナミックオーバーシュートやアスペリティーといった用語を用いて、巨大地震や巨大津波の発生メカニズムが説明されている。詳細を説明する紙面はないが、一般科学番組程度の知識は持っていたい。また改めて、放射線についての知識を確認する必要があるだろう。震災前はシーベルトという単位さえ広く知られていなかった。いまは、震災前より踏み込んだ取り扱いが求められる。「教科書にないから扱わない」では、すまされない。子どもたちの前に立つ一人の人間として、どのような責任ある言葉を発せられるか。人としての価値が問われてもいる。

●子どもへのまなざし

本文で取り上げた「稲むらの火」が、平成23年度からある小学校5年生の国語教科書に復活した（河田 2011；大辻 2011）。これを勉強した子どもたちもいるであろう。「子どもは白紙ではない」というのが構成主義の主張であった。彼らも何かを経験し、何かを学んできているはずである。それらを引き出しながら、認識をうまく深化させてあげる必要がある。

●伝える自らの役割

時間の経過に伴い、経験者は減っていく。震災に関する種々の教訓をどのように伝え残すかを考え、行動に移す必要が出てきている。これは「教育」が担うべき役割でもあろう。書店に震災の写真集が並んでいたが、その一つでも購入してあるだろうか。過去に起こった地元の自然災害を紐解いて、教材化するのもよい。震災後、日本全体にただよう無力感を自覚し、また、各人が各持ち場でどのように生きるかが重要であることを自覚すること。教壇に立つ者として、どのように生きるか。そう考えれば、自ずから道は見えてくるであろう。

参考文献

河田恵昭「百年後のふるさとを守る」『小学校5年国語教科書』光村図書出版、2011年60-75。

大辻永「生きてはたらく問題解決能力育成のために——津波防災教育の教材研究」藤岡達也（編著）『持続可能な社会をつくる防災教育』協同出版、2011年76-90。